

特開平9-35927

(43) 公開日 平成9年(1997)2月7日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 F	1/44		H 0 1 F 1/28	
H 0 5 K	9/00		H 0 5 K 9/00	W

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 7 頁)

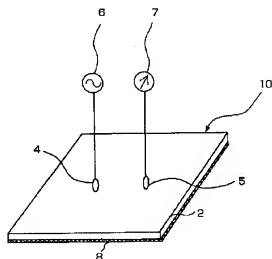
(21) 出願番号	特願平7-183911	(71) 出願人	000134257 株式会社トーキン 宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号
(22) 出願日	平成7年(1995)7月20日	(72) 発明者	▲吉▼田 栄▲吉▼ 宮城県仙台市太白区郡山六丁目7番1号 株式会社トーキン内
		(72) 発明者	佐藤 光晴 宮城県仙台市太白区郡山六丁目7番1号 株式会社トーキン内
		(72) 発明者	菅原 英州 宮城県仙台市太白区郡山六丁目7番1号 株式会社トーキン内
		(74) 代理人	弁理士 後藤 祥介 (外3名) 最終頁に続く

## (54) 【発明の名称】 複合磁性体及びそれを用いた電磁干渉抑制体

## (57) 【要約】

【課題】 移動体通信機器を初めとする高周波機器内部での電磁波の干渉抑制に有効な薄厚であり、容易に可とう性を付与することができ、複雑な形状への対応や厳しい衝撃要求への対応が可能である複合磁性体、その製造方法、及びそれを用いた電磁干渉抑制体を提供すること。

【解決手段】 電磁干渉抑制体10に用いられる複合磁性体2において、互いに異なる大きさの異方性磁界(Hk)によってもたらされる磁気共鳴を少なくとも2つ有する。この複合磁性体は、少なくとも2種の互いに異なる磁気異方性を備えた軟磁性体粉末の混合物を有機結合剤とともに混合・成形することで製造される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 軟磁性体粉末と有機結合剤からなる電気的に非良導性の複合磁性体であって、前記複合磁性体は、互いに異なる大きさの異方性磁界（H<sub>k</sub>）によってもたらされる磁気共鳴を少なくとも2つ有することを特徴とする複合磁性体。

【請求項2】 実質的に請求項1記載の複合磁性体からなる電磁干渉抑制体であって、前記複合磁性体の前記互いに異なる大きさの異方性磁界（H<sub>k</sub>）に相応して相異なる周波数領域に出現する複数の磁気共鳴のうち、最も低い周波数領域に現れる磁気共鳴が、当該電磁干渉抑制体の電磁干渉抑制周波数帯域の下限よりも低い周波数領域にあることを特徴とする電磁干渉抑制体。

【請求項3】 請求項2記載の電磁干渉抑制体において、前記軟磁性体粉末は、異なる大きさの磁気異方性を有する少なくとも2種の軟磁性体粉末の混合物であることを特徴とする電磁干渉抑制体。

【請求項4】 請求項3記載の電磁干渉抑制体において、前記軟磁性体粉末は、表面に酸化物層を備えていることを特徴とする電磁干渉抑制体。

【請求項5】 少なくとも2種の互いに異なる大きさの磁気異方性を有する軟磁性体粉末と有機結合剤とを混合し成形することにより、電気的に非良導性であって、互いに異なる大きさの異方性磁界（H<sub>k</sub>）によってもたらされる磁気共鳴を少なくとも2つ有する複合磁性体を得ることを特徴とする複合磁性体の製造方法。

【請求項6】 請求項5記載の複合磁性体の製造方法において、前記軟磁性体粉末を、前記有機結合剤と混合する前段階、又は混合過程後に気相酸法又は液相酸法を用いて酸素含有混合ガスによって表面酸化することを特徴とする複合磁性体の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、有機結合剤中に軟磁性体粉末を混練・分散させた複合磁性体とそれを用いた電磁干渉抑制体に関し、詳しくは、高周波電子回路／装置において問題となる電磁干渉の抑制に有効な複素透磁率特性の優れた複合磁性体と、その製造方法、及びそれを用いた電磁干渉抑制体に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、デジタル電子機器をはじめ高周波を利用する電子機器類の普及が進み、中でも準マイクロ波帯域域を使用する通信機器類の普及がめざましい。携帯電話に代表される移動体通信機器は、小型化軽量化の要求が顕著であり、高密度実装が重要な技術課題の一つとなっている。したがって、過密に実装された電子部品類やプリント配線、あるいは、モジュール配線等が互いに極めて接近することになり、更には、信号処理速度の高速化も図られているため、静電および電磁結合による線間結合の増大化や放射ノイズによる干渉などが生じ

機器の正常な動作を妨げる事態が少なからず生じている。このような電磁障害に対して、従来は、主に導体シールドを施すことによる対策がなされてきた。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、導体シールドは空間とのインピーダンス不整合に起因する電磁波の反射を利用する電磁障害対策であるために、遮蔽効果は得られても不要輻射源からの反射による電磁結合が助長され、その結果二次的な電磁障害を引き起こす場合が少なからず生じている。この二次的な電磁障害対策として、磁性体の磁気損失を利用した不要輻射の抑制が有効である。即ち、前記シールド体と不要輻射源の間に磁気損失の大きい磁性体を配設する事で不要輻射を抑制することが出来る。ここで、磁性体の厚さ $d$ は、 $\mu'' > \mu'$ なる関係を満足する周波数帯域にて $\mu''$ に反比例するので、前記した電子機器の小型化及び軽量化要求に迎合する薄い電磁干渉抑制体、即ち、シールド体と磁性体からなる複合体を得るためには、虚数部透磁率 $\mu''$ の大きな磁性体が必要となる。また、前記した不要輻射は、多くの場合その成分が広い周波数範囲にわたっており、電磁障害に係る周波数成分の特定も困難な場合が少なくない。従って、前記電磁干渉抑制体についてもより広い周波数の不要輻射に対応できるものが望まれている。

【0004】 そこで、本発明の一つの技術的課題は、移動体通信機器をはじめとする高周波電子機器類内部での電磁波の干渉抑制に有効な薄肉の電磁干渉抑制体とそれに用いる複合磁性体及びその製造方法を提供することにある。

【0005】 また、本発明の他の技術的課題は、複雑な形状への対応や激しい振動、衝撃要求への対応が可能である複合磁性体、その製造方法、及びそれを用いた電磁干渉抑制体を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明者らは、懸る要求に対応すべく広い周波数範囲にて磁気損失体として機能する磁性体即ち、 $\mu'' > \mu'$ なる周波数領域に於いて、 $\mu''$ が広い周波数範囲に亘って大きな値を示す磁性体の検討を行った。ところで、本発明者らは、以前に形状異方性を有する軟磁性体粉末において磁気共鳴により発現すると思われる数十MHzから数GHzに亘る磁気損失を利用する電磁干渉抑制体（特開平6-4864号、参照）を作製し、形状異方性の付与による電磁干渉抑制効果の改善を示した。ところで、この磁気共鳴の発現（周波数シフト）には、前記形状磁気異方性の他に結晶磁気異方性や各種誘導磁気異方性を利用する事も可能であり、これらの総合による異方性の大きさ、即ち、異方性磁界（H<sub>k</sub>）を制御する事により所望の周波数に磁気共鳴を発現出来ることが示されている。本発明者らは、この点に新ためて着目し、周波数の異なる複数の磁気共鳴を発

現させることにより、各々の磁気共鳴に対応して異なる

周波数領域に出現する個々の磁気損失が重畳され、その結果広帯域な $\mu''$ 分散特性が得られるものと推測し、種々検討した結果、本発明をなすに至ったものである。

【0007】本発明によれば、軟磁性体粉末と有機結合剤からなる電気的に非良導性の複合磁性体であって、前記複合磁性体は、互いに異なる大きさの異方性磁界(Hk)によってもたらされる磁気共鳴を少なくとも2つ有することを特徴とする複合磁性体が得られる。

【0008】また、本発明によれば、実質的に前記複合磁性体からなる電磁干渉抑制体であって、前記複合磁性体の前記互いに異なる大きさの異方性磁界(Hk)に相応して異なる周波数領域に出現する複数の磁気共鳴のうち、最も低い周波数領域に現れる磁気共鳴が、当該電磁干渉抑制体の電磁干渉抑制周波数帯域の下限よりも低い周波数領域にあることを特徴とする電磁干渉抑制体が得られる。

【0009】また、本発明によれば、前記電磁干渉抑制体において、前記軟磁性体粉末は、異なる大きさの磁気異方性を有する少なくとも2種の軟磁性体粉末の混合体であることを特徴とする電磁干渉抑制体が得られる。

【0010】また、本発明によれば、前記電磁干渉抑制体において、前記軟磁性体粉末は、表面に酸化層を備えていることを特徴とする電磁干渉抑制体が得られる。

【0011】また、本発明によれば、少なくとも2種の互いに異なる大きさの磁気異方性を有する軟磁性体粉末と有機結合剤とを混合し成形することによって、電気的に非良導性であって、互いに異なる大きさの異方性磁界(Hk)によってもたらされる磁気共鳴を少なくとも2つ有する複合磁性体を得ることを特徴とする複合磁性体の製造方法が得られる。

【0012】また、本発明によれば、前記複合磁性体の製造方法において、前記軟磁性体粉末を、前記有機結合剤と混合する前段階、又は混合過程後に気相徐酸法又は液相徐酸法によって酸素含有混合ガスにより表面酸化することを特徴とする複合磁性体の製造方法が得られる。

【0013】ここで、所望の磁気損失特性に対応する必要な大きさの異方性磁界(Hk)を与える複合磁性体を得るには、形状磁気異方性、結晶磁気異方性、誘導磁気異方性又は磁気弾性効果(磁歪)による異方性いずれかあるいはその複数を有する軟磁性粉末を用いればよい。即ち、本発明において、複数の互いに異なる周波数の磁気共鳴及びそれに対応する帯域拡張された磁気損失を得るためには、互いに異なる大きさの異方性磁界(Hk)を有する複数の磁性粉末を混合すればよい。

【0014】これ以外に複数の磁気共鳴を得る手段として、以下に述べる粉末および粉末複合体特有の性質或いは粉末の粉砕・展延プロセスを積極的に利用することも可能である。

【0015】即ち、第1に単一原料種を特定の条件下で

加工することにより得られる粉体特性の分化を利用する方法がある。第2に粉体の粉砕・展延加工に用いる粉砕メディアをスチール球の様な軟磁性メディアとすることで、メディアの磨耗により軟磁性の磨耗粉が混入するいわゆる汚染現象を積極的に利用する方法がある。また、第3には、単一種粉末の複合体中での存在形態の違いを利用する方法がある。例えば、同一マトリクス中に一次粒子として存在する粒子群と、凝集してその内部のぬれが不十分でそのために粒子間が極めて接近し又は接触している粒子群とでは、磁氣的相互作用や配向挙動が異なるために異方性磁界が分散する。更には、試料の形状が薄膜状、シート状であれば実効的異方性磁界は試料形状による反磁界との代数和となるので、原料磁性粉末の配向制御も積極的に利用できる。

【0016】本発明に於いて利用する複数の異方性磁界を得る手段としては、これらのいずれの方法を用いても良いが、所望の磁気損失帯域が得られるように複数の異方性磁界を与えることが重要である。特に、その内最も低周波数側に出現する磁気共鳴を与える異方性磁界については、虚数部透率率(磁気損失)の分散が実数部透率率の減少に伴って生じる事を踏まえて、所望する電磁干渉抑制周波数帯域の下限よりも低い周波数領域に磁気共鳴を与える値に設定する必要がある。

【0017】ここで、本発明に於いて用いることの出来る軟磁性粉末としては、高周波透率率の大きな鉄アルミ合金(センダスト)、鉄ニッケル合金(パーマロイ)或いはアルファス合金等の金属軟磁性材料を粉砕、延伸・引張加工或いはアトマス造粒等により粉末化したものを代表として挙げることが出来るが、本発明の必要要素である複合磁性体の非良導性を軟磁性粉の高充填状態においても確保出来る様少なくともその表面が酸化され、それによって個々の粒子が電気的に隔離されることが望ましい。

【0018】また、本発明の軟磁性粉末にはスピネル型フェライト、プレーナ型フェライト等の酸化物軟磁性体の粉末を用いることも出来、前記金属軟磁性粉末との混合使用も可能である。

【0019】さらに、本発明の副材料として用いる有機結合剤としては、ポリエステル系樹脂、ポリエチレン樹脂、ポリ塩化ビニル系樹脂、ポリビニルチラル樹脂、ポリウレタン樹脂、セルロース系樹脂、ABS樹脂、ニトリル・ブタジエン系ゴム、スチレン・ブタジエン系ゴム等の熱可塑性樹脂或いはそれらの共重合体、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、アミド系樹脂、及びイミド系樹脂等の熱硬化性樹脂等を挙げることが出来る。

【0020】以上述べた本発明の構成要素を凝縮、分散し複合磁性体を得る手段には特に制限はなく、用いる結合剤の性質や工程の容易さを基準に好ましい方法を選択すればよい。

【0021】また、本発明の複合磁性体および電磁干渉

抑制体は、互いに異なる大きさの複数の異方性磁界（ $H_k$ ）を有し、それに伴い相異なる周波数領域に複数の磁気共鳴が出現する。その為、該複数の磁気共鳴に伴って相異なる周波数領域に現れる虚数部透磁率 $\mu''$ が重畳され、その結果広帯域な $\mu''$ 分散特性を得ることが出来る。ここで、虚数部透磁率 $\mu''$ は、電磁波の吸収に必要な磁気損失項であり、 $\mu''$ の値が大きく且つ広帯域に亘っている事により優れた電磁干渉抑制効果が現れる。

【0022】また、本発明に用いられる軟磁性粉末は、少なくともその表面が酸化されているために、粉末の充填率が高い場合に於いても個々の粒子が電気的に隔離された状態で存在することになり、良導性のバルク体にみられるような渦電流損失による周波数特性の劣化が少ないうえに、空間とのインピーダンス不整合による表面での電磁波の反射が起こりにくくなり、高周波領域にて優れた電磁干渉抑制効果を発揮する事が出来る。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について説明する。

【0024】まず、本発明の実施の一形態による電磁干渉抑制体を用いられる複合磁性体とその原料である軟磁性粉末の製造方法の一例について説明する。

【0025】はじめに、水アトマイズ法により作製された平均粒径が異なる複数の鉄アルミ珪素合金粉末を用意し、アトライタ及びビンミルを用い様々な条件下にて延伸～粉碎加工を行い、さらに炭化水素系有機溶媒中で酸素分圧35%の窒素-酸素混合ガスを導入しながら8時間攪拌し液相酸処理した後、分級処理を施し異方性磁界（ $H_k$ ）の異なる複数の粉末試料を得た。ここで得られた粉末を表面分析した結果、 $A1-O$ 及び $Si-O$ 結合が明確に確認され、試料粉末の表面に於いて酸化皮膜の存在が認められた。

【0026】なお、延伸～粉碎加工処理された鉄アルミ

\*珪素合金粉末を減圧乾燥し、これを酸素分圧20%の窒素-酸素混合ガス雰囲気中で気相酸化した試料についてもその表面に $A1-O$ 及び $Si-O$ 結合が検出され、本発明に用いることの出来る少なくともその表面が酸化された軟磁性粉末が液相或いは気相酸法にて製造できることが確認された。

【0027】本発明の一実施の形態に係る電磁干渉抑制体の特性を検証するにあたり、これらの粉末試料を用いて以下に述べる複合磁性体を作製し、 $\mu-f$ 特性及び電磁干渉抑制効果を調べた。ここで、 $\mu-f$ 特性の測定には、トロイダル形状に加工された複合磁性体試料を用いた。これを1ターンコイルを形成するテストフィックスチャに挿入し、インピーダンスを計測することにより $\mu'$ 及び $\mu''$ を求めた。

【0028】一方、電磁干渉抑制効果の検証は、図1に示される評価系により行い、電磁干渉抑制体10の試料には銅板8が裏打ちされた厚さ2mmで一辺の長さが20cmの複合磁性体2を用いた。ここで、電磁界波源用発振器6を用いた波源用素子及び受信用素子にはループ径1.5mmの電磁界送信用及び電磁界受信用の微小ループアンテナ4,5を用い、結合レベルの測定にはネットワークアナライザ（電磁界強度測定器）7を使用した。

【0029】（実施例1）以下表1の配合からなる軟磁性ペーストを調合し、これをドクターブレード法により製膜し、熱プレスをした後に85℃にて2時間キュアリングを行い評価用試料1を得た。

【0030】なお、得られた試料1を振動型磁力計並びに走査型電子顕微鏡を用いて解析したところ、磁化容易軸及び粒子配向方向は試料膜面内方向であった。

【0031】

【表1】

材 料 の 種 類		配合比
偏平状軟磁性体（Fe-A1-Si合金） 異方性磁界（ $H_k$ ）：300e	微粉末A	60重量部
	微粉末B	35重量部
ポリウレタン樹脂		8重量部
硬化剤（イソシアネート化合物）		2重量部
溶剤（シクロヘキサノンとトルエンの混合物）		40重量部

【0032】（実施例2）下記表2の配合からなる軟磁性ペーストを調合し、実施例1と同様な方法にて評価用試料2を得た。

【0033】なお、得られた試料2を振動型磁力計並び

に走査型電子顕微鏡を用いて解析したところ、磁化容易軸及び粒子配向方向は試料膜面内方向であった。

【0034】

【表2】

材 料 の 種 類	配合比
偏平状軟磁性体 (Fe-Al-Si合金) 微粉末C 異方性磁界 (Hk) : 350e	30重量部
偏平状軟磁性体 (Fe-Al-Si合金) 微粉末D 異方性磁界 (Hk) : 1700e	65重量部
ポリウレタン樹脂	8重量部
硬化剤 (イソシアネート化合物)	2重量部
溶剤 (シクロヘキサノンとトルエンの混合物)	40重量部

【0035】〔比較例1〕下記表3の配合からなる軟磁 30 ※に走査型電子顕微鏡を用いて解析したところ、磁氣的に  
性体ペーストを調合し、実施例1と同様な方法にて評価  
用試料3を得た。 はほぼ等方性であった。

【0037】

【0036】なお、得られた試料3を振動型磁力計並びに\*

【表3】

材 料 の 種 類	配合比
略球状軟磁性体 (Fe-Al-Si合金) 微粉末E 異方性磁界 (Hk) : 200e	95重量部
ポリウレタン樹脂	8重量部
硬化剤 (イソシアネート化合物)	2重量部
溶剤 (シクロヘキサノンとトルエンの混合物)	40重量部

【0038】上記実施例1、2及び比較例で得られた各  
試料の $\mu$ -f特性を図2～図4に示す。

【0039】図2及び図3は、各々本発明の実施例1、  
2である試料1及び試料2の $\mu$ -f特性であり、いずれ  
の試料についても高周波領域において $\mu$ の値が大きく  
且つ広帯域に亘っていることが判る。

【0040】一方、図4に比較例として示した従来の試  
料3では、 $\mu$ -f特性は複合磁性体にみられる一般的な  
傾向を示しており、 $\mu$ の分布は狭くない。

【0041】即ち、これらの結果より本発明の実施例 ※

※1、2に係る複合磁性体は、高周波領域に於いて広帯域  
な磁気損失特性を有していることが判る。

【0042】次に各試料の粉末充填率、表面抵抗、 $\mu$ ”  
分布及び電磁干渉抑制効果を表4に示す。ここで、表面  
抵抗はASTM-D-257法による測定値であり、電  
磁干渉抑制効果の値は、銅板を基準 (0dB) としたと  
きの信号減衰量である。

【0043】

【表4】

		試料 2	試料 3	試料 4
粉末充填率		38%	33%	55%
表面抵抗		$7 \times 10^7 \Omega$	$9 \times 10^7 \Omega$	$4 \times 10^7 \Omega$
$\mu''$ 分布		広い	広い	狭い
信号減衰量	800 MHz	7.0 dB	6.5 dB	4.0 dB
	1.5 GHz	8.0 dB	7.5 dB	4.5 dB

【0044】表4より以下に述べる効果が明白である。

【0045】即ち、本発明の実施例1、2に係る試料  
1、2及び比較例に係る試料3とともに表面抵抗の値が  
 $10^7 \sim 10^8 \Omega$  となっており、少なくとも表面が酸化され  
た磁性粉末を用いることによって、複合磁性体为非晶  
性とする事が出来、導体やバルクの金属磁性体等にみ

られるようなインピーダンス不整合による電磁波の表面  
反射を抑制出来る。

【0046】更に、本発明の実施例1、2に係る試料1  
及び2では、粉末の充填率が比較例1に係る試料3に比  
べて低いにもかかわらず良好な電磁干渉抑制効果を示し  
ており、本発明による $\mu$ ”分布の拡張効果が電磁干渉抑

制に極めて有効であることが理解できる。

【0047】なお、本発明において用いられる軟磁性体の少なくともその表面を酸化させることの効果については、前記記載以外に次の効果も期待できる。

【0048】例えば、粉体表面酸化層（＝非磁性層）の厚さを制御する事によって磁性体層（＝非酸化層）の厚みを変えることが出来、異方性磁界（ $H_k$ ）の値を制御することが可能となる。

【0049】

【発明の効果】以上、説明したように、本発明の複合磁性体およびそれを用いた電磁干渉抑制体は、互いに異なる大きさの複数の異方性磁界（ $H_k$ ）を有し、それに伴い相異なる周波数領域に複数の磁気共鳴が出現するので、広帯域な  $\mu''$  分散特性が得られる。この虚数部透磁率  $\mu''$  は、電磁波の吸収に必要な磁気損失項であり、 $\mu''$  の値が大きく且つ広帯域に亘っている事により優れた電磁干渉抑制効果が現れる。即ち、移動体通信機器をはじめとする高周波電子機器類内部での電磁波の干渉抑制に有効な薄層の電磁干渉抑制体を提供することが出来る。

【0050】さらに、本発明の複合磁性体およびそれを\*

\* 用いた電磁干渉抑制体は、その構成要素から判るように容易に可とう性を付与することが可能であり、複雑な形状への対応や厳しい耐振動、衝撃要求への対応が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】電磁干渉抑制体の特性評価に用いた評価系を示す概略図である。

【図2】実施例1の条件にて作製した試料1の  $\mu - f$  特性図である。

【図3】実施例2の条件にて作製した試料2の  $\mu - f$  特性図である。

【図4】比較例1の条件にて作製した試料3の  $\mu - f$  特性図である。

【符号の説明】

2 複合磁性体

4, 5 微小ループアンテナ

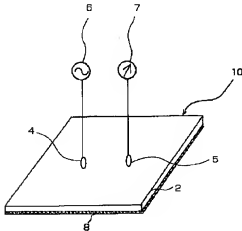
6 電磁境界用発振器

7 電磁界強度測定器

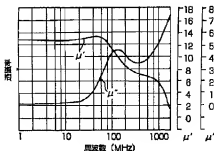
8 銅板

10 電磁干渉抑制体

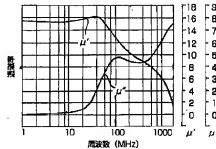
【図1】



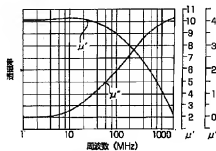
【図3】



【図2】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 島田 寛

宮城県仙台市青葉区桜ヶ丘七丁目37番10号